

## Industrial value of the Miocene calcarenites in the region of Taza.

### Caractérisation de formations Miocène de la région de Taza pour des valorisations et exploitations industrielles.

L. MESRAR<sup>1</sup>, O. EL AROUSSI<sup>1</sup>, M. LAKRIM<sup>1</sup>, A. LAHRACH<sup>1</sup>, A. CHAOUNI<sup>2</sup> et R. JABRANE<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratoire de Géoressource et Environnement, de science de la terre, Université Sidi Mohamed, Fès, Maroc.

<sup>2</sup> Laboratoire Géotechnique, Département de science de la terre, Université Sidi Mohamed, Taza, Maroc.

**Abstract.** The valuation of the Miocene formation in the Taza region, represented by calcarenites, was conducted according two axes; first geological survey, coupled with field studies allowed us to evaluate the thickness of the formation, a thickness map was derived from this purpose. The geotechnical study of these materials reveals that these calcarenites have interesting qualities for industrial uses. Indeed, based on the different hardness tests (Los Angeles and Micro Duval), the tensile strength and porosity of our four samples, an industrial added value can be attributed to them in many areas, such as: - Untreated Graves for layers of foundations for pavements or bituminous serious foundation; - Additions in concrete; - Roche marble and stone facade. Finally, on the basis of geological and geotechnical studies, we can consider that the calcarenites of the Taza region meet all criteria of an industrial operation.

**Résumé.** La valorisation de la formation Miocène dans la région de Taza, représentée par les calcarénites, a été menée selon deux axes ; tout d'abord une étude géologique, couplée à des études de terrain nous a permis d'évaluer l'épaisseur de la formation, une carte d'épaisseur a été dressée à cet effet. L'étude géotechnique de ces matériaux révèle que ces calcarénites ont des qualités intéressantes pour des utilisations industrielles. En effet, en se basant sur les différents tests de dureté (Los Angeles et Micro Duval), la résistance à la rupture et la porosité de nos quatre échantillons, une valeur ajoutée industrielle peut leur être attribuée dans beaucoup de domaines, comme: -Graves non traités pour couches de fondations pour les chaussées ou grave bitumeux de fondation ;- Ajouts dans les bétons ;- Roche marbrière et pierre de façade. En fin, sur la base de ces études géologiques et géotechniques, on peut considérer que les calcarénites de la région de Taza répondent à l'ensemble des critères d'une exploitation industrielle.

## Problématique

Les calcarénites de la région de Taza ont depuis fort longtemps acquis une renommée nationale due essentiellement à leur aspect décoratif en tant que pierre de façade. Tenant compte des réserves importantes de ce faciès (Figure.2) et dans le but d'une meilleure valorisation de ces roches la présente étude a été entreprise. En effet, la mise en valeur et l'exploitation de ces roches est susceptible de réduire la dépendance vis à vis du marché extérieur [1], et de générer des emplois. Elle s'inscrit en conséquence, dans le cadre du développement économique de la région.

## 1 Cadre géologique

Le couloir de Taza est une dépression très étroite [2], allongée E-W, limitée au Sud par le causse moyen atlasique et le massif de Tazekka (Figure.1), et au Nord par le front du complexe prérfain.

Ce couloir se ferme au niveau du col de Touaher, il est situé à 20 Km à l'Ouest de Taza [2], et constitue une limite naturelle entre le Maroc oriental à l'Est et le Maroc occidental à l'Ouest. C'est aussi une zone de confrontation entre les deux grands domaines structuraux du Maroc: le domaine atlasique au Sud et le domaine rifain au Nord [3].

### 1.2. Localisation des échantillons

La formation Miocène, affleure particulièrement dans le sillon sud rifain. Etant donné que les faciès dans le Miocène varient verticalement et latéralement, nous avons procédé à un échantillonnage suivant justement ces deux directions.

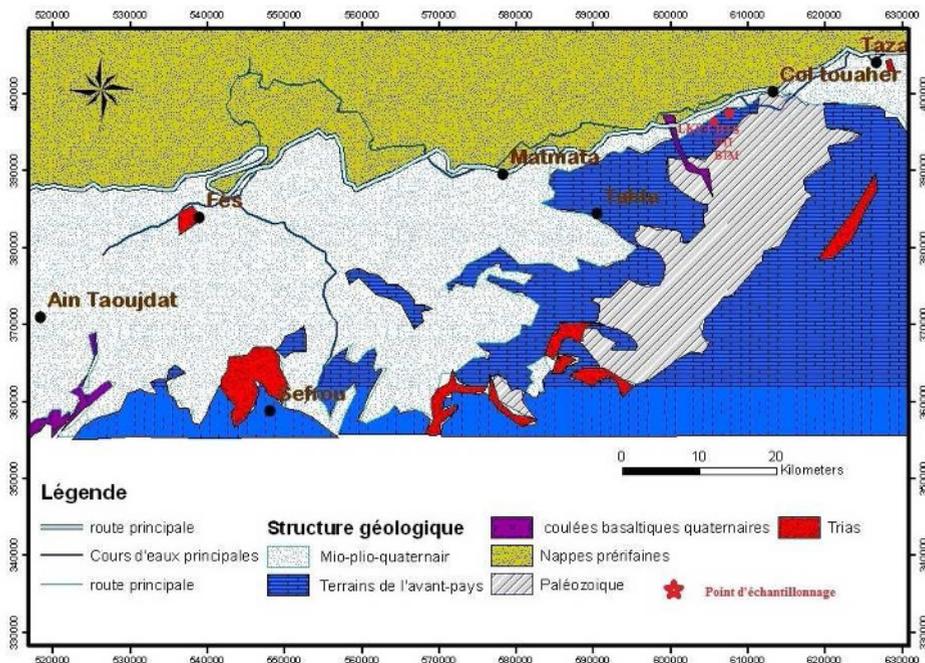


Fig.1. Carte géologique et localisation des échantillons dans de la zone d'étude d'après Rachid .A. (modifiée).

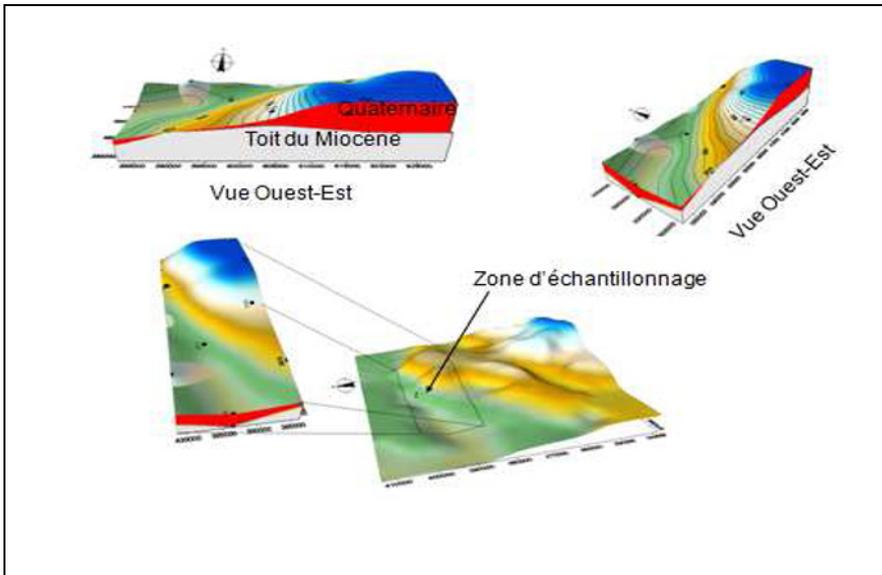


Fig. 2. Carte d'estimation d'épaisseur de la formation miocène au niveau du couloir sud –rifain.

## 2 Caractérisations géotechnologiques

Les essais ont été menés au laboratoire public d'essais et d'étude LPEE, centre technique régional de Fès (LPEE).

### 2.1. Essai de dureté (essai Los Angeles (L.A), et essai Micro-Deval Humide(MDH))

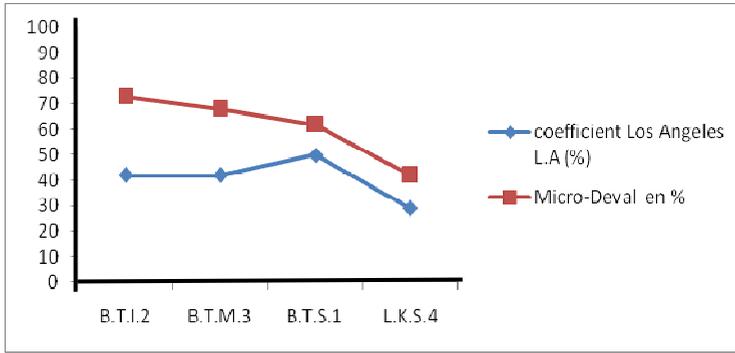
Il caractérise la résistance des matériaux à la fragmentation, les résultats sont reportés dans le tableau 1 et la figure 3.

**Table.1.** Résultat de l'essai de L.A et de M.D.H. sur les calcarénites.

| Echantillon    | coefficient Los Angeles L.A (%) | Coefficient Micro-Deval en % |
|----------------|---------------------------------|------------------------------|
| <b>B.T.I.2</b> | 42                              | 73                           |
| <b>B.T.M.3</b> | 42                              | 68                           |
| <b>B.T.S.1</b> | 50                              | 62                           |
| <b>L.K.S.4</b> | 29                              | 42                           |

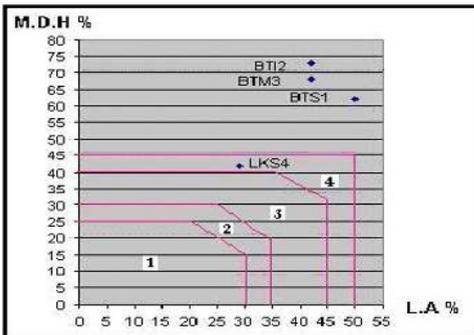
- B.T.M.3: échantillons prélevés de niveau moyen de Bab Torba.
- B.T.S.1 : échantillons prélevés de niveau supérieur de Bab Torba.
- L.K.S.4 : échantillons prélevés de niveau supérieur de douar LAbbrak.
- H.A.T.1 : échantillons prélevés de niveau moyen de douar LAbbrak.

La résistance à la fragmentation (chocs) est d'autant plus importante lorsque le coefficient L.A est plus faible. Les résultats de cet essai montrent aussi que l'échantillon L.K.S.4 représente une meilleure résistance à la fragmentation par rapport aux autres échantillons.

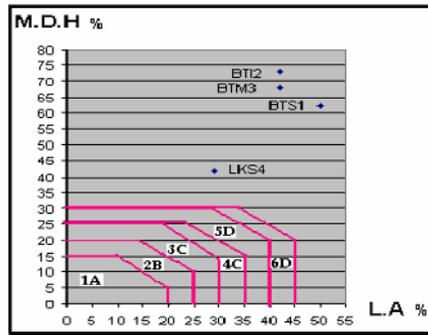


**Fig. 3.** Variation des coefficients L.A et M.D.H en fonction des niveaux dans la formation calcarénite.

Les échantillons BTI2, BTM3 et BTS1 présentent une faible résistance à l'usure par rapport à l'échantillon L.K.S.4 qui représente une grande résistance et par conséquent un faible coefficient de (MDH). La variation du coefficient Micro-Deval humide en fonction de la profondeur (BTI2 représente le niveau inférieur de la formation calcarénite) (Figure. 3) montre que le coefficient de (MDH) diminue au fur et à mesure qu'on monte dans la série calcarénites (B.T.S.1 niveau supérieur). Aussi signalons que la plus forte variation de ce coefficient est enregistrée latéralement (LKS4 niveau supérieur). On se basant sur la classification française et marocaine (Figure.4 et 5) on peut classer nos échantillons comme suit ;



**Fig. 4.** Selon la norme française.



**Fig.5.** Selon la norme marocaine.

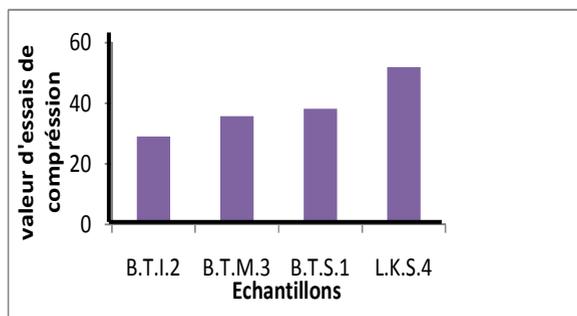
Selon la norme française ; l'échantillon LKS4 se classe dans la classe 4 par contre les autres échantillons sont hors normes. Selon la norme marocaine tous nos échantillons sont hors normes.

### 2.2. Essai de compression

Cet essai a pour but de déterminer la résistance à la rupture, exprimée sous forme de contrainte, trois essais par échantillon ont été réalisés avec retenus de la moyenne des mesures des trois essais de compression pour chaque échantillon. Les résultats des essais de compression (Tableau. 2) montrent que les échantillons BTS1 et LKS4 des niveaux supérieurs ont des valeurs relativement élevées par rapport à celles des niveaux inférieurs.

**Table .2.** Résultats d'essais de compression sur la roche de calcarénite.

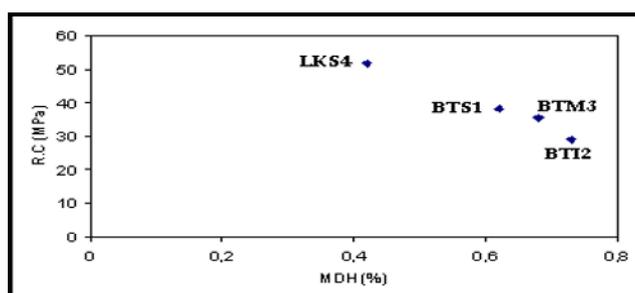
| Echantillon | Charge rupture (KN) | Compression (MPa) |
|-------------|---------------------|-------------------|
| B.T.I.2     | 54                  | 29                |
| B.T.M.3     | 55.3                | 35.7              |
| B.T.S.1     | 71.86               | 38.16             |
| L.K.S.4     | 96.33               | 51.83             |

**Fig. 6.** Diagramme représentant la variation de compression en fonction des niveaux.

La résistance à la compression augmente (figure.6) en montant dans la série des calcarénites, ce qui permet de conclure sur l'hétérogénéité du faciès.

### 2.3. La relation entre la compression et coefficient MDH

Une corrélation négative entre le MDH et R.C (Figure.7) est constatée. Elle se manifeste en fonction des niveaux des faciès. En effet au fur et à mesure qu'on remonte dans les niveaux, la résistance à la compression augmente en parallèle avec l'augmentation de la résistance à l'usure.

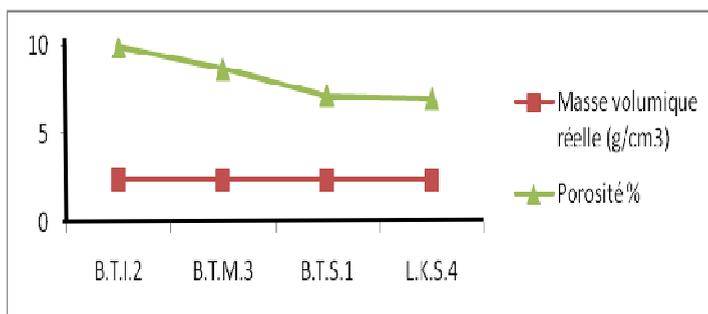
**Fig. 7.** Diagramme de la résistance à la compression en fonction de MDH.

### 2.4. La masse volumique réelle, la porosité et le coefficient d'absorption

La masse volumique est liée au volume des vides, elle augmente en fonction du remplissage des vides. Ainsi on constate que la masse volumique réelle (Tableau.3) évolue au fur et à mesure qu'on monte dans la formation (Figure.8).

**Table. 3.** Résultat d'essais de la masse volumique réelle de l'essai de porosité.

| Echantillon                                  | B.T.I.2 | B.T.M.3 | B.T.S.1 | L.K.S.4 |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Masse volumique réelle (g /cm <sup>3</sup> ) | 2,42    | 2,43    | 2,43    | 2,44    |
| Porosité %                                   | 9,9     | 8,66    | 7.17    | 7       |
| Coefficient d'absorption d'eau (%)           | 3,80    | 3,48    | 2,88    | 2,90    |

**Fig. 8.** Diagramme de la masse volumique réelle et la porosité.

La porosité (Figure.8) augmente au fur et à mesure qu'on descend dans la série de la formation miocène. La connaissance de la porosité permet de sélectionner immédiatement différents emplois possibles dans une façade de bâtiment [4].

**Table .7.** Nomenclature des pierres à bâtir NF B 10-301.

| Matériaux           | Masse volumique (Kg/m <sup>3</sup> ) | Résistance à la Compression (MPa) | Porosité (%)       |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Pierres tendres     | 1400 à 1750                          | 5 à 15                            | 35 à 48            |
| Pierres demi-fermes | 1700 à 2150                          | 9 à 40                            | 17 à 39            |
| Pierres fermes      | 1950 à 2300                          | 20 à 60                           | 13.5 à 27          |
| Pierres dures       | 2000 à 2700                          | 50 à 165                          | 6 à 19             |
| Pierres froides     | 2350 à 2750                          | 65 à 220                          | 0.3 à 10.5         |
| Béton normal        | 2200 à 2400                          | 20                                | Variable de 1 à 5% |

D'un point de vue des caractéristiques des pierres à bâtir (masse volumique, résistance à la compression et porosité), les échantillons se classent dans la catégorie de "pierre dure" mais en ce qui concerne la résistance à la compression les échantillons BTI2, BTM3 et BTS1 ont été classés plutôt dans les "pierres fermes".

Le coefficient d'absorption diminue, en montant dans la formation. Et cette diminution s'observe nettement entre l'échantillon B.T.I .2 et L.K.S.4 (Figure.10), et ceci est dû au pourcentage des pores qui diminue en remontant dans la série. Il y a une corrélation positive entre le coefficient d'absorption et la porosité (Figure.9). En effet cette corrélation est tout à fait logique puisque l'absorption dépend également de la porosité.

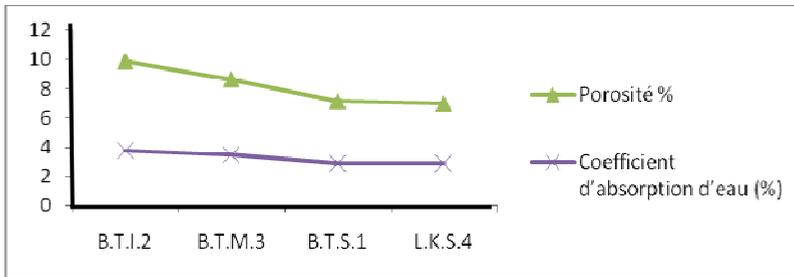


Fig. 9. Diagramme de coefficient d'absorption en fonction de la porosité.

### 3 Caractérisation ornementale; test de polissage des échantillons

A côté des paramètres déjà évoqués, il y a un autre paramètre important aussi bien pour le producteur que pour l'utilisateur et dont la quantification était laissée jusqu'à présent à l'appréciation de chacun. Il s'agit du poli d'une surface de marbre, source de beaucoup de malentendus. Il arrive souvent que lors de la réception d'un ouvrage en matériaux poli, l'état de la surface qui, au moment de la livraison, correspond bien à ce qui a été défini soit, quelques mois après, dégradé, ne produisant plus l'effet décoratif espéré. Pour éviter de tels problèmes, des essais de quantification et de définition de normes de standardisation ont été mis au point. Ainsi pour quantifier la notion de poli, il faut tenir compte [7] :

- Du processus mécanique et des éléments intervenants (granulométrie des abrasifs, nature du support, vitesse de polissage. . .).
- De la notion de relief liée à la différence de dureté des monocristaux de l'agrégat qu'il faut aplanir sans laisser de trace de rayures et sans modifier l'aspect physico-chimique des matériaux ;
- Des propriétés intrinsèques, des conditions d'éclairage et de la sensibilité à l'œil.

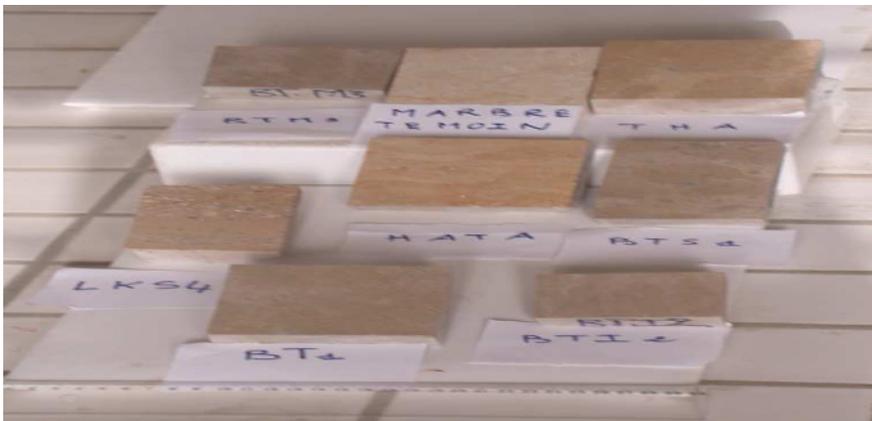
Le degré de polissage a été estimé selon deux critères, d'une part par la quantité de lumière réfléchi par les surfaces polies, et d'autre part par, le touché de ces mêmes surfaces.

Le classement des échantillons selon leurs polis, et leurs aspects de décoration se traduit comme suit :

+Selon le poli : LKS4, HATA, BT1, BT2, BTS1, BTI2.

+Selon l'aspect de décoration: HATA, LKS4, THA, BT1, BTS1, BTI2, BTM3.

Il convient de noter, que les échantillons, qui ont une forte résistance à la compression telle que LKS4 présentent un joli poli (sur estimation visuelle).



Phot. 1. Roche poli à différents niveaux de la formation des calcarénites.

## 4 Conclusion

Les résultats d'études géotechniques effectuées sur les différentes roches ont permis de déduire que la roche calcarénite LKS4 de couleur beige prélevée au niveau supérieur de la formation miocène est de bonne qualité sur le plan industriel et ornementale. En revanche la calcarénite BTI2 de couleur grise prélevé du niveau inférieur de la formation miocène présente un pouvoir réflecteur de la surface polie relativement faible.

Par ailleurs, des corrélations entre les différents paramètres ont été révélées. En effet, lorsque le pourcentage des vides dans la roche diminue, la porosité diminue, par contre, la masse volumique et la résistance à la compression augmente.

Dès lors, sur la base de ces résultats, une valeur industrielle peut être attribuée aux différents échantillons des calcarénites et leur utilisation dans des domaines tels que :

- Les chaussées comme graves non traités pour couches de fondations.
- Les routes comme grave bitumeux de fondation
- Les ajouts dans les bétons.
- la décoration comme roche marbrière et comme pierre pour façade en ajoutant des vernis

spécialement conçus dans les murs pouvant améliorer l'utilisation de ces échantillons aux différents climats et surtout pour les protégées contre l'altération par les eaux pluviales.

## Remerciements

Nos remercions vivement le laboratoire LPEE, au non de son directeur Mr Mohamed Barada qui nous a permis d'effectuées gratuitement les analyses dont en avez besoin.

## Références

1. J. Aujjar, les minéralisations Pb Zn (Cu) Fe Ba du Lias et du substratum paléozoïque sur la bordure orientale du massif du Tazekka (région de Taza, Maroc oriental). Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Université Pierre et Marie Curie France, 1987.
2. A. Rachid, Les bassins néogènes du sud-rifain et du Rif nord-oriental (Maroc) : Sédimentologie, Paléogéographie et Evolution dynamique. Thèse de doctorat d'Etat, Faculté des Sciences, Fès, **333** (1997).
3. D. Robillar, Etude structurale du Moyen-Atlas septentrional (région de Taza, Maroc). Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle, Université des Sciences et Techniques de Lille, **178** (1978-1981).
4. M. Desurmont, Résistance à la compression simple et fendage entres pointes comparaison portant sur quatorze calcaires, édit. Masson, paris, **80** (1978).
5. N. Ait Oubidar, Recherche et étude des matériaux de construction dans la province de Safi. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle en géologie. Université Mohammed V, Faculté des Sciences, Rabat, **288** (1995).
6. J. Bauerhofer , et Al, *Murs en pierre, conception et réalisation*, édit. Masson. Paris, **108** (1981).
7. P. Fievre , *Connaissance des pierres de construction*, **65** (1998)..